



فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار

شماره پنجاه و دو / پائیز ۱۴۰۱

نوع مقاله : علمی پژوهشی

صفحات : ۱۶۲-۱۷۹

## سرایت پذیری و پویایی ریسک سیستمی تلاطم ارز واقعی و ارز مجازی در بازارهای مالی

### جهانی با رویکرد مدل BEKK

علی باغبان<sup>۱</sup>

رضا غلامی جمکرانی<sup>۲</sup>

میرفیض فلاح<sup>۳</sup>

حمیدرضا کردلویی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت مقاله : ۱۴۰۰/۰۹/۰۸ تاریخ پذیرش مقاله : ۱۴۰۰/۱۰/۱۴

#### چکیده

پژوهش حاضر به بررسی سرایت پذیری ریسک تلاطم پرداخته است. در این پژوهش سرایت پذیری تلاطم ارز واقعی و ارز مجازی (بیت کوین) مورد سنجش قرار گرفته است. در این راستا از روش تحلیل بردار خودرگرسیون (VAR) و مدل خودرگرسیونی مشروط بر ناهمسانی واریانس های تعمیم یافته چند متغیره (MGARCH) استفاده شده است. داده های این پژوهش شامل نرخ دلار بر مبنای یورو و قیمت بیت کوین در دوره زمانی ۲۰۱۵/۰۱ تا ۲۰۲۰/۰۱ جمع آوری و با رویکرد روش ناهمسانی واریانس شرطی تعمیم یافته چند متغیره نامتقارن (BEKK) مورد بررسی و آزمون قرار گرفته اند. روش پژوهش حاضر بر مبنای طبقه بندی تحقیقات بر اساس روش، ماهیت و جهت به ترتیب توصیفی پیمایشی، کاربردی، اثبات گرایی و پس رویدادی محسوب می گردد. نتایج این پژوهش رابطه سرایت پذیری تلاطم (نوسانات) ارز واقعی و ارز مجازی را تایید می نماید. به عبارت دیگر فرضیه اصلی پژوهش مبنی بر سرایت پذیری تلاطم نرخ ارز مجازی و ارز واقعی به صورت تک سویه و از نرخ ارز مجازی به نرخ ارز واقعی مورد تایید قرار گرفته است.

#### کلمات کلیدی

سرایت پذیری، تلاطم مالی، ارز مجازی، ریسک سیستمی

۱- گروه مدیریت مالی، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران. Baghban\_info@yahoo.com

۲- گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران. (نویسنده مسئول). accountghom@gmail.com

۳- گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران و عضو گروه پژوهشی مخاطرات مالی نوین. fallahshams@gmail.com

۴- گروه مدیریت بازرگانی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران و عضو گروه پژوهشی مخاطرات مالی نوین. hamidreza.kordlouie@gmail.com

بررسی و تحلیل سرایت‌پذیری تلاطم چند دهه‌ای است که به صورت بسیار کاربردی مورد تاکید محققان و نظریه‌پردازان حوزه‌های مالی و اقتصادی قرار گرفته است. فضای بسیار پیچیده کنونی بازارهای مالی و ارتباط بسیار نزدیک این بازارها با یکدیگر از یک طرف، و نیاز به پیش‌بینی سناریوهای مالی و اقتصادی از طرف دیگر، محققان این حوزه را بر آن داشته است تا به بررسی این ارتباطات پرداخته و با کشف این ارتباطات بتوانند گامی موثر در جهت تحقق اهداف نظام مالی و اقتصادی بردارند.

شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد نوسانات قیمت دارایی‌های مالی به دارایی‌ها و بازارهای دیگر سرایت می‌کند. دامنه این سرایت‌ها با گسترش سیستم‌های ارتباطی و وابستگی بیش از پیش بازارهای مالی به یکدیگر رو به افزایش است (نوروزی فر، ۱۳۹۸). شناسایی مکانیزم‌های سرایت بازده و سرایت تلاطم (گشتاور دوم بازده) بین دارایی‌های مالی مختلف، به دلایل متعدد اهمیت دارد. سرایت نوسانات دارایی‌ها، اطلاعاتی در خصوص کارایی بازار به ما می‌دهد. در یک بازار کارا، بازده یک دارایی نباید با استفاده از بازده‌های قبلی پیش‌بینی شود. شناسایی مکانیزم‌های سرایت در مدیریت سبد دارایی‌ها نیز نقش مهمی دارد، زیرا در انتخاب سبد سهام و کاهش ریسک می‌توان از آن استفاده کرد. به علاوه، سرایت تلاطم دارایی‌ها به پیش‌بینی تلاطم آینده دارایی‌ها کمک می‌کند و لذا در حوزه‌هایی از قبیل قیمت‌گذاری اختیار معاملات، بهینه‌سازی سبد سهام، محاسبه ارزش در معرض خطر و مدیریت ریسک کاربرد فراوانی دارد (ثنایی اعلم، ۱۳۹۳). سرایت‌پذیری یا سرایت تلاطم میان شاخص‌های مالی حاکی از فرآیند انتقال اطلاعات میان بازارها می‌باشد. با توجه به اینکه بازارهای مالی با یکدیگر مرتبط هستند، اطلاعات ایجاد شده در یک بازار، می‌تواند سایر بازارها را متاثر سازد. بدیهی است که تلاطم به عنوان یک عامل اثرگذار در تعیین ریسک سرمایه‌گذاری می‌تواند نقش مهمی در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران ایفا کند (اسپیردیک و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۲). پژوهش‌های صورت گرفته، اثر نوسانات را به وسیله سرایت مالی توضیح داده‌اند. بررسی سرایت این گونه تلاطم‌ها و ریسک‌های سیستمی و اثرگذاری آن بر ارزش واقعی و ارزش مجازی می‌تواند در تصمیم‌گیری و انتخاب سرمایه‌گذاران تاثیرگذار باشد.

### مبانی نظری و پیشینه پژوهش

بررسی کامل ادبیات ریسک سیستمی که به سرعت در حال تحول است و ارائه تعریف جامع، برای اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل آن کار دشواری است. برای مثال، آدریان و برونر میر<sup>۲</sup> (۲۰۱۶) آن را نوعی از ریسک تعریف کردند که بحران نهادهای مالی به طور وسیعی گسترش یافته و عرضه اعتبار و سرمایه را در اقتصاد واقعی مختل می‌کند، در حالی که آچارا و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۷) آن را ریسک توزیع گسترده

## سرایت پذیری و پویایی ریسک سیستمی تلاطم .../باغبان، غلامی جمکرانی، فلاح و کردلویی

ورشکستگی و ناتوانی نهادهای مالی یا انقباض بازارهای سرمایه که می‌تواند به طور قابل توجهی عرضه سرمایه به بخش واقعی اقتصاد را کاهش دهد، تعریف می‌کنند.

پایه و اساس ریسک سیستمی، همبستگی بین زیان نهادهای مالی مختلف است که به علت همبستگی شدید بین آنها، زیان یک یا چند نهاد مالی مهم به نهادهای دیگر نیز سرایت می‌کند (چاوشی و شیرمحمدی، ۱۳۹۴). به عبارت دیگر، ریسک سیستمی، شکست یا بحران در یک بخش از بازار به بحران فراگیر تبدیل شده و به بخش‌های دیگر بازار سرایت پیدا خواهد کرد. در خصوص تفاوت بین دو نوع ریسک سیستماتیک و سیستمی، کومار<sup>۴</sup> (۲۰۱۸) بیان می‌کند که هر دو نوع ریسک در بازارهای مالی اتفاق می‌افتند؛ اما تفاوت آن‌ها مانند تفاوت بین روز و شب است. ریسک سیستمی به معنای ریسک از بین رفتن کل سیستم مالی به دلیل ضعف یک جزء (مؤسسه مالی) از سیستم است، در حالی که ریسک سیستماتیک، ریسک مربوط به کل بازار است که به دلیل ضعف ساختار آن اتفاق می‌افتد. از سوی دیگر، به اعتقاد نگوین<sup>۵</sup> (۲۰۱۸)، ریسک سیستماتیک تعریف جهانی و شناخته شده‌تری دارد که از طریق تنوع بخشی به سبد سرمایه‌گذاری هم، اجتناب ناپذیر خواهد بود. کوبیتزا و گراندل<sup>۶</sup> (۲۰۱۶) نیز معتقدند، ریسک سیستمی مربوط به حرکت مشترک دارایی‌های یک مؤسسه مالی خاص با کل بازار نیست، بلکه از سرایت رویدادهای شدید مربوط به پریشانی مالی نشأت می‌گیرد که معمولاً با پیامدهای سیستمی همراه است و چنین سرایتی جهت مشخصی دارد، آن‌هم از سوی نهادهای مالی به بازار.

### **تلاطم و سرایت پذیری در بازارهای مالی**

تلاطم به عنوان یک عامل مؤثر در تعیین ریسک سرمایه‌گذاری، نقش مهمی در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران ایفا می‌کند. یک تخمین مناسب از تلاطم قیمت و بازده در یک دوره سرمایه‌گذاری، نقطه آغازین بسیار مهمی در کنترل ریسک سرمایه‌گذاری است. تلاطم مهم‌ترین متغیر در قیمت‌گذاری دارایی‌های مالی و مشتقات آن محسوب می‌شود، از این حیث اندازه‌گیری دقیق و صحیح آن به منظور قیمت‌گذاری سهام شرکت‌ها، انواع اختیار معامله و سایر دارایی‌های مالی تعیین کننده است. اهمیت عامل تلاطم در کشورهای با بازارهای مالی گسترده، برای تعیین سیاست‌های پولی، مؤثر و غیرقابل انکار است با این حال ماهیت تلاطم در بازارهای مختلف، متفاوت می‌باشد. ماهیت متفاوت بازارها، تأثیرپذیری از ساختار اقتصادی کشورها، درجه توسعه‌یافتگی بازارهای مالی و تأثیرگذاری بازارهای مالی بر روی هم‌دیگر، زمینه ساز انجام مطالعات گسترده‌ای برای پیش‌بینی تلاطم در بازارهای مالی کشورهای مختلف شده است، که معمولاً به نتایج یکسانی هم منجر شده و محققان روش‌های مختلفی را در این خصوص ارائه داده‌اند. در ارتباط با مسائل اقتصادی و سری‌های زمانی مالی، مدل‌های متعددی برای نمایاندن تلاطم (واریانس

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

شرطی) طراحی شده‌اند. یک فرض اولیه به هنگام مدل‌سازی تلاطم این است که می‌توان تلاطم را به دو بخش قابل پیش‌بینی و غیر قابل پیش‌بینی تقسیم کرد. با توجه به این حقیقت که در سری‌های زمانی مالی، ارزش اضافه ریسک، تابعی از تلاطم بازده می‌باشد، تمرکز تحقیقات علمی بر جزء قابل پیش‌بینی تلاطم بازده است؛ بنابر این واقعیت، هر چند تلاطم همان ریسک محسوب نمی‌شود، ولی دانستن مقادیر تلاطم بخاطر ارتباط آن با ریسک مهم است. پیوندهای مالی می‌توانند سرایت شوک‌ها را فراهم آورند. شناسایی مکانیزم‌های سرایت در مدیریت سبد دارایی‌ها نقش مهمی دارد، زیرا در انتخاب سبد سهام و کاهش ریسک، می‌توان از آن استفاده کرد. همچنین، سرایت تلاطم دارایی‌ها به پیش‌بینی تلاطم آینده آن نیز کمک می‌کند.

یکی از مسائل بسیار قابل توجه در عرصه بازارهای مالی رابطه تنگاتنگ قیمت کالاها و ارزش ارزی کشورهای مختلف جهان با یکدیگر است. به‌طوری که در هیچ بازاری نمی‌توان منفرد عمل کرد و به اخبار و اطلاعات مربوط به آن بسنده کرد و باید اطلاعات جامعی از تعداد قابل توجهی از آن‌ها را گردآوری و تحلیل کرد تا به نتیجه‌ای مطلوب رسید. (محمدی شاد و همکاران ۱۴۰۰). بازار ارز یکی از مهم‌ترین بازارهای مالی جهانی است که معمولاً در ارتباط با سایر بازارها، بسیار اثرگذار است. به‌عبارت دیگر تغییرات نرخ ارز موجب تحول در دیگر بازارها از جمله بازارهای ارز مجازی می‌شود، که این مساله اهمیت بررسی تحولات ارزی را دو چندان می‌کند.

در مورد نوسانات رمز ارزها باید بیان داشت که پول مجازی برعکس پول‌های سنتی از قوانین و مقررات شفافی برخوردار نیست و این می‌تواند به یک چالش جدی برای هر دولتی تبدیل شود. در صورت کاهش محبوبیت یا هرگونه مخاطره‌ای در خصوص پول مجازی، جامعه کاربران آن مورد آسیب قرار می‌گیرند. از جمله مخاطرات پول مجازی می‌توان به ریسک بازار، ریسک کم عمقی بازار، ریسک طرف مقابل، ریسک معامله و ریسک عملیاتی اشاره کرد. بین ارزهای مجازی و ارزهای واقعی ممکن است چندین پارامتر تاثیرگذار وجود داشته و با توجه به ارتباط نزدیک بین این دو بازار، در صورت وجود تلاطم در هر یک از این بازارها، به یکدیگر سرایت پیدا خواهد کرد و تشخیص اینکه در چه شرایطی این روابط محکم و پایدار است و در چه شرایطی ناپایدار، بر عهده تحلیل‌گران بازارهای مالی است.

محمدی شاد و همکاران (۱۴۰۰) سرایت‌پذیری و پویایی ریسک بین بازارهای مالی، بازارهای کلایی و ارزهای دیجیتال را با رویکرد MGARCH و مدل DCC در دوره زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۰ و با استفاده از اطلاعات روزانه، مورد تحلیل قرار داده‌اند. متغیرهای مورد استفاده شامل نسبت دلار به یورو، قیمت نفت، طلا و بیت کوین بوده است. نتایج این پژوهش بیانگر سرایت‌پذیری نوسانات بین بازارهای مالی بوده

## سرایت‌پذیری و پویایی ریسک سیستمی تلاطم .../باغبان، غلامی‌جمکرانی، فلاح و کردلویی

و نسبت دلار به یورو و بیت کوین ارتباط معکوس و معنی داری با یکدیگر داشته اما سایر دارایی‌های مالی به لحاظ بازدهی نوسانات، رابطه مستقیم و معنی‌داری با یکدیگر داشتند. ورشوساز و همکاران (۱۳۹۹) اثر گسترش پول‌های مجازی (بیت کوین) بر تقاضای پول رسمی ایران در قالب مدل CIA را مورد مطالعه قرار داده‌اند. برای این منظور از داده‌های دوره زمانی ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۶ با تواتر فصلی در قالب مدل خرید نقدی (CIA) و با رویکرد مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) استفاده نمودند. در این مطالعه شوک ناشی از قیمت بیت‌کوین و حجم معاملات آن، به عنوان شاخصی برای تقاضای پول‌های مجازی در نظر گرفته شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که با افزایش تقاضا برای پول‌های مجازی، تقاضای پول رسمی کاهش یافته و به تبع آن درآمد ناشی از حق‌الضرب کاهش می‌یابد. پوریعقوبی و اشرفی (۱۳۹۹) سرایت‌پذیری تلاطم بازده میان صنایع مختلف در بازار سرمایه ایران را در دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹ با استفاده از اطلاعات روزانه برای شش صنعت فعال در بورس اوراق بهادار تهران به نام‌های شاخص خودرو و ساخت قطعات، مواد و محصولات دارویی، سیمان، آهک و گچ، محصولات شیمیایی، کاشی، سرامیک و فلزات اساسی و سرمایه‌گذاری‌ها، مورد بررسی قرار دادند. برای انجام این منظور از روش داده‌های پنلی با اثرات تصادفی و معیار وقوع همزمان برای سرایت‌پذیری ریسک استفاده کردند. نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر وجود اثرات سرریز در این صنایع در دوره نمونه تحقیق (با لحاظ کردن دوره رکود و بحران در این بازار) می‌باشد. نوروژی‌فر و همکاران (۱۳۹۸) اثر تحریم بر میزان وابستگی بازار نفت و بازار مالی را مطالعه نمودند. در این پژوهش تشخیص و اندازه‌گیری سرایت‌پذیری، بین بازار نفت و بازارهای مالی ایران با رویکرد وابستگی اکستریمال مورد بررسی و از داده‌های روزانه مربوط به سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۴ استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد تحریم نفتی باعث افزایش همبستگی بین نوسانات بازارهای نفت و ارز، طلا و سهام و ارز و سهام شده است.

آنتوناکاکیس و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۹) سرایت‌پذیری بازار ارز مجازی را با عدم اطمینان، پیچیدگی و پرتفولیوی پویای بازار، بررسی کردند. در این مطالعه از روش پیوستگی TVP-FAVAR جهت بررسی مکانیزم انتقال سرایت در بازار ارز رمزگذاری شده استفاده شده است. داده‌های این مطالعه در دوره زمانی ۷ اگوست ۲۰۱۵ تا ۳۱ می ۲۰۱۸ جمع‌آوری گردید. نتایج نشان می‌دهد که همبستگی کل پویا در ارزهای مجازی، تغییراتی بین ۲۵٪ تا ۷۵٪ داشته و این نتیجه می‌تواند بر اساس عدم قطعیت افزایش یابد. همچنین، علیرغم این واقعیت که بیت‌کوین همچنان به عنوان عامل تاثیرگذار در بازار ارز مجازی می‌باشد، ولی اخیراً اتریوم به عنوان ارز مجازی مهم در انتقال سرایت تبدیل شده است. و با توجه به ویژگی ذاتی و منحصر به فرد ارزهای مجازی، هر یک از این ارزها می‌توانند در انتقال سرایت نقش داشته

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

باشند. علیجانی و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۱۹) عملکرد بیت‌کوین را به لحاظ قیمت و بازدهی، در طی یک دوره شش ساله مورد مطالعه قرار دادند. داده‌های این پژوهش بصورت روزانه، طی اول اگوست ۲۰۱۰ تا ۳۱ جولای ۲۰۱۶ جمع‌آوری و مورد آزمون قرار گرفت. به منظور بررسی رابطه بین قیمت و بازدهی بیت‌کوین از روش همبستگی پیرسون استفاده شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اطلاعات گذشته مربوط به روند بیت‌کوین تاثیر مهمی بر قیمت و بازدهی آن داشته است. همچنین نتایج بیانگر این بود که رابطه مثبت و معنی‌داری بین قیمت و بازدهی بیت‌کوین وجود داشته است. نیکولا بوری<sup>۹</sup> (۲۰۱۸) ریسک سیستمی ارزهای محلی را مورد بررسی قرار داد و معیار اندازه‌گیری COVAR با استفاده از مدل GARCH را برای تخمین آسیب‌پذیری کشورهای مختلف، نسبت به ریسک سیستمی بازار بدهی ارزی دولت‌های محلی، انتخاب نمود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میزان آسیب‌پذیری کشورهای مورد مطالعه در ارتباط با سهم بدهی ارزی دولت که سرمایه‌گذاران خارجی ایجاد کرده‌اند، افزایش می‌یابد. وان دکلاشورست<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۸) سرایت‌پذیری تلاطم و پویایی بازارها، بین ارز مجازی و بازار دارایی‌های مالی را مورد مطالعه قرار داد. در این مطالعه از شاخص بازار سهام S&P500 و پنج ارز مجازی استفاده گردید. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد سرایت‌پذیری دو طرفه بین بازار ارز مجازی و بازار سهام وجود دارد و همبستگی پویا در طول زمان بین بازارها وجود نداشته و این سرایت‌پذیری در لحظه صورت گرفته است.

### فرضیه‌های پژوهش

- ۱- تلاطم بازده ارز واقعی بر تلاطم بازده ارز مجازی تاثیر دارد.
- ۲- تلاطم بازده ارز مجازی بر تلاطم بازده ارز واقعی تاثیر دارد.

### روش‌شناسی پژوهش

پژوهش‌ها از نظر هدف به سه دسته بنیادی، کاربردی و ارزیابی تقسیم می‌شوند. همچنین پژوهش‌های علمی را می‌توان بر اساس ماهیت و روش به پنج گروه تاریخی، توصیفی، همبستگی، تجربی و علی تقسیم نمود. چنانچه طبقه‌بندی پژوهش‌ها بر حسب هدف را مد نظر قرار دهیم، پژوهش حاضر در زمره تحقیقات کاربردی قرار دارد، چنانچه طبقه‌بندی انواع تحقیقات بر اساس ماهیت و روش مد نظر قرار گیرد، روش پژوهش حاضر از لحاظ ماهیت در زمره پژوهش‌های توصیفی - پیمایشی قرار دارد. همچنین پژوهش حاضر به لحاظ معرفت‌شناسی از نوع تجربه‌گرا، سیستم استدلال آن استقرایی و به لحاظ نوع مطالعه کتابخانه‌ای با استفاده از اطلاعات تاریخی به صورت علی - پس‌رویدادی (یعنی استفاده از اطلاعات گذشته) می‌باشد.

## سرایت پذیری و پویایی ریسک سیستمی تلاطم .../باغبان، غلامی جمکرانی، فلاح و کردلویی

قلمرو زمانی این پژوهش دوره زمانی ۲۰۰۲:۰۱:۰۱ تا ۲۰۱۵:۰۱:۲۴ می‌باشد و از داده‌های روزانه استفاده شده است. در این پژوهش به منظور گردآوری اطلاعات مربوط به مبانی نظری پژوهش از روش مطالعه کتابخانه‌ای و غیر میدانی استفاده، و با مطالعه کتب، نشریات و سایت‌های اینترنتی این اطلاعات استخراج شده است. جهت جمع‌آوری داده‌های مربوط به متغیرهای پژوهش، از منابع موجود و معتبر استفاده می‌شود. در نهایت پس از جمع‌آوری داده‌های اولیه از سایت‌های مرتبط، متغیرها و مدل‌های پژوهش با استفاده از نرم افزارهای Excel، EViews 10 و RATS محاسبه و برآورد خواهند شد. تا آزمون‌های آماری مورد نظر بر روی آن‌ها انجام شود.

در این پژوهش از مدل‌های VAR-MGARCH با روش BEEK، به منظور برآورد اثرات سرایت تلاطم نرخ ارز حقیقی و نرخ ارز مجازی استفاده می‌شود. مدل‌های BEKK شکل خاصی از مدل‌های گارچ برداری (VECH) هستند. این مدل‌ها کاربرد وسیعی در مدل‌سازی چندمتغیره واریانس شرطی دارند. با توجه به اینکه در یک مدل گارچ برداری تضمین مثبت معین بودن بدون اعمال محدودیت‌های قوی، مشکل است، رویکرد BEKK در سال ۱۹۹۵ توسط انگل و کرومر پیشنهاد گردید. انگل و کرومر یک مدل GARCH چند متغیره تعمیم یافته را به منظور بررسی تأثیر نوسانات یک متغیر بر متغیر دیگر پیشنهاد دادند. مدل GARCH چند متغیره براساس مدل BEKK را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$H_t = C + \sum_{i=1}^q A_i' \varepsilon_{t-i} \varepsilon_{t-i}' A_i + \sum_{i=1}^q G_i' H_{t-i} G_i \quad (1)$$

در این ماتریس  $A_i, C$  و  $G_i$  ماتریس‌های  $K \times K$  می‌باشند. اگر فرض شود که مدل GARCH چند متغیره بالا، دو متغیره باشد  $GARCH(1,1)$ ، ماتریس  $H$  برای آن به صورت زیر می‌باشد.

$$H_t = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t-1}^2 & \varepsilon_{1t-1} \varepsilon_{2t-1} \\ \varepsilon_{2t-1} \varepsilon_{1t-1} & \varepsilon_{2t-1}^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix}' H_{t-1} \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} \quad (2)$$

در این بخش تصریح معادلات میانگین شرطی و واریانس شرطی در این مدل‌ها ارائه می‌شود. در مدل VAR- GARCH معادله میانگین شرطی به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$r_{it} = c + \sum_{j=1}^2 \phi_{ij} r_{j,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

در این معادله  $r_{it}$  برای  $i=1,2$  بازدهی نرخ ارز حقیقی و مجازی را نشان می‌دهد. و  $c = [c_{11}, c_{22}]'$  عرض از مبدا دو معادله میانگین شرطی را نشان می‌دهد.  $\phi_{ij} = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} \\ \phi_{21} & \phi_{22} \end{bmatrix}$  ماتریس دو  $2 \times 2$  ضرایب بازدهی‌های با وقفه در هر یک از معادلات میانگین شرطی است البته در این تصریح تنها وقفه اول معادلات

### فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

در نظر گرفته شده است.  $r_{j,t-1}$  وقفه اول بازدهی نرخ ارز حقیقی و نرخ ارز واقعی است.  $\varepsilon_{i,t} = [\varepsilon_{i,t}, \varepsilon_{i,t}]'$  بردار جمله اخلاص در دو معادله بازدهی نرخ های ارز می باشد. در ادامه تصریح واریانس شرطی در مدل های گارچ ... به صورت زیر می باشد:

$$H_t = W + A\varepsilon_{t-1}^2 + BH_{t-1} \quad (۴)$$

در اینجا  $W$ ،  $A$  و  $B$  به ترتیب عرض از مبدا، اثرات آرچ و گارچ را نشان می دهند.

$$H_t = (H_{1t}, H_{2t})' \text{ و } \varepsilon_t^2 = (\varepsilon_{1t}^2, \varepsilon_{2t}^2)'$$

$$h_{1t} = c_1 + \alpha_{11}\varepsilon_{1t-1}^2 + \alpha_{12}\varepsilon_{2t-1}^2 + \beta_{11}h_{1t-1} + \beta_{12}h_{2t-1} \quad (۵)$$

$$h_{2t} = c_2 + \alpha_{21}\varepsilon_{1t-1}^2 + \alpha_{22}\varepsilon_{2t-1}^2 + \beta_{21}h_{1t-1} + \beta_{22}h_{2t-1} \quad (۶)$$

در معادلات (۵) و (۶) اثر سرایت به صورت وقفه واریانس شرطی خودی و همچنین واریانس شرطی متغیر دیگر بستگی دارد. به عنوان مثال اثر  $\alpha_{11}$  و سرایت  $\alpha_{12}$  به ترتیب اثر سرایت تلاطم به متغیر اول از طریق تغییرات نوسانات در وقفه قبل خود متغیر و متغیر دوم را نشان می دهد. همچنین  $\beta_{11}$  و  $\beta_{12}$  نیز از طریق اثر گارچ، ماندگاری در سرایت معادله اول را نشان می دهد.

### تجزیه و تحلیل آماری

جدول شماره (۱) آماره های توصیفی پژوهش شامل تعداد مشاهدات، میانگین، میانه، انحراف معیار، کشیدگی و چولگی می باشد که نمایی کلی از وضعیت متغیرهای پژوهش را نشان می دهد.

جدول ۱: آمار توصیفی سری های زمانی بازده ارزهای حقیقی و مجازی

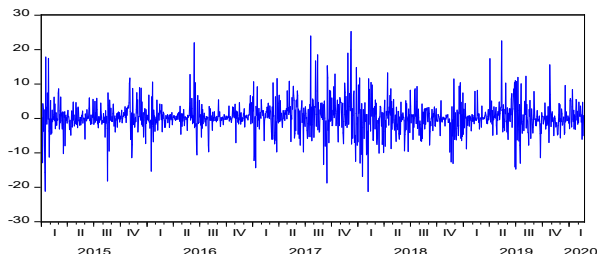
بازده روزانه	مشاهدات	میانگین	میانه	انحراف معیار	کشیدگی	چولگی
بیت کوین	۱۳۴۱	۰,۳۵۴۹	۰,۲۳۵۳	۴,۴۶۶۴	۸,۱۳۱	۰,۲۸۵۷
یورو	۱۳۴۱	-۰,۰۰۶	-۰,۰۰۸	۰,۵۱۴۵	۵,۷۸۸	۰,۱۶۴۴

منبع: محاسبات پژوهش

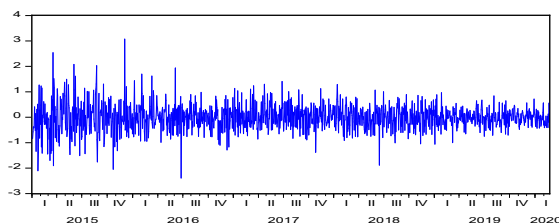
نمودارهای (۱) و (۲) به ترتیب بازده سری زمانی بیت کوین (به عنوان پراکسی نرخ ارز مجازی) و نرخ یورو به دلار (به عنوان نرخ ارز واقعی) را نمایش می دهد. همان طور که در این نمودارها قابل مشاهده می باشد نوسانات بازدهی بیت کوین در دامنه ای بزرگتر (بین ۲۰ درصد و منفی ۲۰ درصد) قرار گرفته است. در نقطه مقابل نوسانات نرخ ارز واقعی دامنه محدودتری داشته و با گذشت زمان محدودتر نیز شده است.



سرایت پذیری و پویایی ریسک سیستمی تلاطم .../باغبان، غلامی جمکرانی، فلاح و کردلویی



نمودار ۱: سری زمانی بازده بیت کوبین



نمودار ۲: سری زمانی بازده یورو به دلار

**آزمون ریشه واحد**

بر اساس روند متعارف در برآورد مدل سری زمانی و به منظور اجتناب از رگرسیون‌های کاذب ابتدا باید، مانایی متغیرهای پژوهش بر اساس آزمون‌های متعارف ریشه واحد مورد بررسی قرار گیرد. نتایج آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته و فلیپس-پرون در جدول شماره (۲) و (۳) بشرح زیر ارائه شده است.

در جدول (۲) و (۳) با توجه به اینکه قدرمطلق آماره‌های آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته و فلیپس - پرون برای هر دو متغیرها از قدر مطلق مقادیر بحرانی در سطح ۵٪ بیشتر است لذا فرض  $H_0$  مبنی بر نامانایی متغیرها رد می‌شود، به عبارتی دیگر دو متغیر مورد بررسی، پایا هستند.

جدول ۲: نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته

نتیجه	مقدار بحرانی در سطح			آماره آزمون ADF	متغیر
	٪ ۱۰	٪ ۵	٪ ۱		
پایا	-۲,۵۶۷۸۶	-۲,۸۶۳۴۹	-۳,۴۳۵۰۲	-۳۵,۷۴۳۷	BIT
پایا	-۲,۵۶۷۸۶	-۲,۸۶۳۴۹	-۳,۴۳۵۰۲	-۳۷,۲۱۶۲	EUR

منبع: محاسبات پژوهش

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

جدول ۳: نتایج آزمون ریشه واحد فیلیپس پرون در سطح متغیرها

نتیجه	مقدار بحرانی در سطح			آماره آزمون P-P	متغیر
	% ۱۰	% ۵	% ۱		
پایا	-۲,۵۶۷۸۶	-۲,۸۶۳۴۹	-۳,۴۳۵۰۲	-۳۵,۷۴۳۷	BIT
پایا	-۳,۱۲۸۶	-۳,۴۱۳۱۷	-۳,۹۶۴۹۱	-۳۷,۲۱۶۲	EUR

منبع: محاسبات پژوهش

جدول (۴) نتایج آزمون نتایج آزمون ARCH-LM در مورد مدل‌های خود بازگشتی برآورد شده برای متغیرهای پژوهش را نشان می‌دهد. نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که فرضیه صفر این آزمون مبنی بر عدم اثر ARCH در سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌شود و فرضیه مقابل آن یعنی وجود اثر ARCH پذیرفته می‌شود.

جدول ۴: نتایج آزمون ARCH-LM

مدل	آماره F	احتمال (F)	آماره کای دو	احتمال (کای دو)
BIT	۵۹,۸۸۶۵۷	0.000	۵۷,۴۰۶۶۷	0.000
EUR	۳۳,۵۰۳۱۸	0.000	۳۲,۷۳۳۶۲	0.000

منبع: نتایج پژوهش

### آزمون نسبت واریانس

آزمون نسبت واریانس بر اساس این واقعیت بنا شده که واریانس اجزای یک روند گشت تصادفی در تابع نمونه‌گیری خطی است. بنابراین اگر یک سری زمانی از فرایند گشت تصادفی تبعیت کند آن‌گاه واریانس تفاوت  $k$  امین سری برابر خواهد بود با  $k$  ضربدر اندازه واریانس اولین تفاوت. بنابراین اگر داده‌ها به  $nk+1$  فاصله مساوی، تجزیه شده باشد  $P_0, P_1, P_2, \dots, P_{nk}$ ، آن‌گاه انتظار می‌رود نسبت  $1/k$  واریانس  $P_t+P_{t-k}$  برابر باشد با واریانس  $P_t+P_{t-1}$ ، یعنی برابر یک باشد. لو و مک کینلی<sup>(۱۹۸۸)</sup> رابطه زیر را برای نسبت واریانس تعریف می‌کنند:

$$\frac{VR(2k)}{VR(k)} = 1 + \rho_k(1) \quad (7)$$

در رابطه فوق  $\rho_k(1)$  ضریب خودهمبستگی مرتبه اول بازده‌های  $k$  دوره‌ای است. بنابراین افزایش نسبت واریانس با افزایش  $k$  دلالت بر خودهمبستگی مثبت در بازده‌های چند دوره‌ای است. فرض صفر آزمون نسبت واریانس، دلالت بر وجود گشت تصادفی و فرض مقابل آن دلالت بر وجود بازگشت به میانگین در سری زمانی مورد بررسی، دارد.

سرایت پذیری و پویایی ریسک سیستمی تلاطم .../باغبان، غلامی جمکرانی، فلاح و کردلویی

$$H_0: VR(k) = 1 \quad H_1: VR(k) \neq 1$$

در جداول (۵) و (۶) به ترتیب نتایج آزمون نسبت واریانس مربوط به سری زمانی ارز حقیقی و مجازی نمایش داده شده است. نتایج این جداول مربوط به دوره‌های ۲، ۴، ۸ و ۱۶ نشان می‌دهد که فرضیه صفر آزمون مبنی بر وجود فرایند گام تصادفی در دو سری زمانی مورد پذیرش قرار می‌گیرد.

جدول ۵: نتایج آزمون نسبت واریانس (ارز حقیقی)

دوره	نسبت واریانس	انحراف معیار	آماره z	احتمال
۲	۰,۹۸۹۱۳۶	۰,۰۳۵۵۷۰	-۰,۳۰۵۴۳۳	۰,۷۶۰۰
۴	۰,۹۵۷۲۵۷	۰,۰۶۴۷۷۰	-۰,۶۵۹۹۲۲	۰,۵۰۹۳
۸	۰,۹۲۰۰۷۹	۰,۰۹۹۹۲۷	-۰,۷۹۹۷۸۶	۰,۴۲۳۸
۱۶	۰,۸۱۴۵۴۵	۰,۱۴۴۶۵۳	-۱,۲۸۲۰۶۳	۰,۱۹۹۸

منبع: محاسبات پژوهش

جدول ۶: نتایج آزمون نسبت واریانس (ارز مجازی)

دوره	نسبت واریانس	انحراف معیار	آماره z	احتمال
۲	۱,۰۲۹۴۱۸	۰,۰۹۰۱۸۴	۰,۳۲۶۲۰۱	۰,۷۴۴۳
۴	۱,۰۵۳۴۱۲	۰,۱۵۶۰۳۴	۰,۳۴۲۳۰۹	۰,۷۳۲۱
۸	۱,۱۱۸۱۷۹	۰,۲۲۷۴۹۵	۰,۵۱۹۴۸۱	۰,۶۰۳۴
۱۶	۱,۲۲۹۳۳۵	۰,۳۲۴۵۵۸	۰,۷۰۶۶۰۶	۰,۴۷۹۸

منبع: محاسبات پژوهش

**تخمین مدل‌های پژوهش**

در این پژوهش به منظور بررسی سرایت‌پذیری تلاطم بین نرخ ارز واقعی و مجازی از مدل VAR-BEKK-GARCH استفاده می‌شود. در این راستا و به منظور تخمین مدل‌های مذکور ابتدا معادله میانگین به روش خودرگرسیون برداری برآورد می‌گردد. در این مرحله به منظور انتخاب وقفه بهینه از معیارهای آکائیک ( $AIC^{12}$ )، شوارتز-بیزین ( $SBC^{13}$ ) و هنان کوئین ( $HQ^{14}$ ) استفاده شده است. جدول (۷) مقادیر معیارهای مذکور در وقفه های مختلف را نشان می‌دهد.

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

جدول ۷: تعیین وقفه بهینه در مدل VAR

وقفه مورد نظر	AIC	SC	HQ
۰	۱۵,۶۳۹۴۲	۱۵,۶۴۷۲۱	۱۵,۶۴۲۳۴
۱	۶,۹۳۸۰۰۳*	۶,۹۶۱۳۷۳*	۶,۹۴۶۷۶۰*
۲	۶,۹۴۲۹۶۲	۶,۹۸۱۹۱۲	۶,۹۵۷۵۵۸
۳	۶,۹۴۶۸۶۲	۷,۰۰۱۳۹۲	۶,۹۶۷۲۹۵

منبع: محاسبات پژوهش

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول (۷) معیارهای مذکور در وقفه اول دارای کمترین مقدار بوده و به عنوان وقفه بهینه انتخاب گردید و به منظور بررسی رابطه بلندمدت و انتخاب مدل بهینه اتورگرسیو از آزمون هم انباشتگی یوهانسن استفاده می‌شود. جدول (۸) نتایج این آزمون را نشان می‌دهد.

جدول ۸: نتایج حاصل از آزمون همجمعی یوهانسون

احتمال	مقدار بحرانی سطح ۹۵٪	آماره حداکثر مقادیر	آماره تریس	Eigenvalue	فرضیه مقابل	فرضیه صفر
۰,۱۳۵۳	۱۵,۴۹۴۷۱	۱۰,۷۹۲۱	۱۲,۴۷۹۳۸	۰,۰۰۸۰۲۲	r=1	r=0
۰,۱۹۴۰	۳,۸۴۱۴۶۶	۱,۶۸۷۲۲	۱,۶۸۷۲۲۱	۰,۰۰۱۲۵۸	r=1	r≤1

منبع: یافته های پژوهش

جدول (۸) نتایج حاصل از آزمون اثر و آزمون حداکثر مقدار ویژه به منظور تعیین تعداد بردارهای هم انباشته را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که در صورت وجود بردار همجمعی (که نشان دهنده روابط بلند مدت می‌باشد) در مدل سازی سری‌های زمانی، مدل بهینه VECM (به جای VAR) استفاده خواهد شد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که رابطه بلندمدتی بین نرخ بازدهی ارز حقیقی و مجازی وجود ندارد. با این حال باید توجه داشت که هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی روابط تلاطم متغیرهای مذکور می‌باشد و با توجه به جداول (۷) و (۸) می‌توان از مدل سازی اتورگرسیو برداری (VAR) با یک وقفه برای مدل سازی معادلات میانگین در قالب مدل‌های VAR-MGARCH استفاده نمود. در ادامه سیستم معادلات میانگین و واریانس شرطی ساخته شده و با استفاده از مدل VAR-BEKK-GARCH تخمین زده می‌شود.

### مدل VAR-BEKK-GARCH

در این قسمت ابتدا به تصریح مدل می‌پردازیم و سپس نتایج برآورد مدل ارائه خواهند شد. همانطور که پیشتر بیان گردید در این مطالعه از مدل اتورگرسیو برداری (VAR) به منظور برآورد معادله میانگین

### سرایت پذیری و پویایی ریسک سیستمی تلاطم.../باغبان، غلامی جمکرانی، فلاح و کردلویی

استفاده می‌گردد و بر اساس نتایج جدول (۷) وقفه اول به عنوان وقفه بهینه انتخاب گردید. معادلات میانگین به صورت زیر تصریح و برآورد می‌گردند:

$$\text{Bit} = C(1) * \text{Bit}(-1) + C(2) * \text{Eur}(-1) + C(3) + \varepsilon_{1t} \quad (8)$$

$$\text{Eur} = C(4) * \text{Bit}(-1) + C(5) * \text{Eur}(-1) + C(6) + \varepsilon_{2t} \quad (9)$$

در معادلات (۸) و (۹)  $\varepsilon_{1t}$  و  $\varepsilon_{2t}$  باقیمانده‌های شرطی هستند و  $\varepsilon_t$  دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس  $H_t$  می‌باشد. معادلات (۸) و (۹) در واقع اثرات خودی و متقاطع بازده نرخ ارز حقیقی و مجازی را نشان می‌دهند به صورتی که در معادله (۸) ضریب  $C(1)$  رابطه نرخ بازده ارز مجازی و وقفه آن را نشان می‌دهد و ضریب  $C(2)$  نشان دهنده تاثیر وقفه نرخ بازده ارز حقیقی بر نرخ بازده ارز مجازی است. در معادله (۹) نیز ضرایب  $C(4)$  و  $C(5)$  روابط مذکور را در ارتباط با ارز حقیقی نشان می‌دهد. در ادامه معادله واریانس شرطی در مدل VAR-BEEK-GARCH به صورت معادله (۱۰) ارائه می‌شود:

$$H_t = W + A\varepsilon_{t-1}^2 + BH_{t-1} \quad (10)$$

در اینجا  $H_t = (h_{1t} \quad h_{2t})'$ ،  $\varepsilon_t^2 = (\varepsilon_{1t}^2 \quad \varepsilon_{2t}^2)'$ ،  $A$ ،  $W$ ،  $B$  و  $H$  به ترتیب ماتریس  $2 \times 2$  از ضرایب ثابت، اثرات آرچ و اثرات گارچ می‌باشند. معادله (۹) را می‌توان به صورت معادلات مجزا (۱۱) و (۱۲) تصریح نمود:

$$h_{1t} = c_1 + \alpha_{11}\varepsilon_{1t-1}^2 + \alpha_{12}\varepsilon_{2t-1}^2 + \beta_{11}h_{1t-1} + \beta_{12}h_{2t-1} \quad (11)$$

$$h_{2t} = c_2 + \alpha_{21}\varepsilon_{1t-1}^2 + \alpha_{22}\varepsilon_{2t-1}^2 + \beta_{21}h_{1t-1} + \beta_{22}h_{2t-1} \quad (12)$$

اثرات سرایت تلاطم را می‌توان در قالب معادلات (۱۱) و (۱۲) بررسی نمود. در دستگاه معادلات بیان شده، تلاطم نه تنها متأثر از مقادیر با وقفه خودی می‌باشد بلکه از ضرایب متقاطع نیز متأثر می‌گردد. برای مثال معادله (۱۱) تلاطم متغیر اول (در اینجا نرخ بازده ارز حقیقی) نه تنها متأثر از اثرات آرچ خودی ( $\alpha_{11}$ ) و اثر گارچ خودی ( $\beta_{11}$ ) می‌باشد بلکه اثرات آرچ و گارچ متقاطع ( $\alpha_{12}$  و  $\beta_{12}$ ) را نیز نشان می‌دهد. به همین ترتیب می‌توان معادله (۱۲) را تفسیر نمود. لازم به ذکر می‌باشد که اثرات آرچ متقاطع در واقع نشان‌دهنده سرایت تلاطم بین متغیرها است برای مثال  $\alpha_{12}$  اثر آرچ متقاطع، سرایت تلاطم از متغیر دوم (نرخ بازده ارز مجازی) به متغیر اول (تلاطم نرخ بازده ارز حقیقی) را نشان می‌دهد و اثرات گارچ متقاطع نیز ماندگاری سرایت تلاطم بین متغیرها را در بلند مدت بیان می‌کند بر همین اساس ( $\beta_{12}$ ) ماندگاری اثر سرایت از تلاطم در متغیر دوم (نرخ بازده ارز مجازی) به تلاطم در متغیر اول (نرخ بازده ارز حقیقی) را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تخمین مدل VAR-BEEK-GARCH در جدول

### فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

(۹) نشان داده شده است. نتایج ارائه شده در جدول (۹) بعد از انجام آزمون‌های تشخیصی مدل، آزمون‌های ریشه واحد و آزمون ARCH-LM ارائه شده است.

ضرایب C(3) و C(6) ضرایب ثابت معادلات میانگین می‌باشند. ضرایب C(2) و C(4) در معادله میانگین به ترتیب نشان‌دهنده اثرات سرریز یا سرایت‌پذیری نرخ ارز مجازی از حقیقی و نرخ ارز حقیقی از مجازی می‌باشد. همان‌طور که در جدول (۹) مشاهده می‌شود این ضرایب از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند و نمی‌توان اثر سرریز در قیمت ارزهای حقیقی و مجازی را پذیرفت. ضرایب C(1) و C(3) به ترتیب نشان‌دهنده تأثیر مقادیر با وقفه نرخ بازده ارز حقیقی و مجازی بر مقادیر جاری خود آنها بوده که باتوجه به ضرایب به دست آمده، مقادیر با وقفه نرخ ارز حقیقی بر مقادیر جاری آن طی دوره مورد بررسی معنی‌دار برآورد شده ولی در معادله مربوط به نرخ ارز حقیقی این ضرایب از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۹: نتایج برآورد مدل VAR-BEKK-GARCH

	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
C(1)	۰,۰۵۶۹	۰,۰۲۹۲۰۲	۱,۹۴۸۴۹۷	۰,۰۵۱۳۲۳
C(2)	-۰,۰۰۱۲	۰,۰۰۱۸۵۹	-۰,۶۴۵۵۱	۰,۴۸۵۳۴۷
C(3)	۰,۰۰۲۹	۰,۰۰۰۹۴	۳,۰۸۵۱۰۶	۰,۰۰۱۹۶۲
C(4)	۰,۰۵۱۸	۰,۲۷۰۴۴۵	۰,۱۹۱۵۳۶	۰,۸۴۷۹۹۵
C(5)	-۰,۰۱۱۶	۰,۰۲۵۳۲۱	-۰,۴۵۸۱۲	۰,۶۴۶۰۰۶
C(6)	۰,۰۰۲۶	۰,۰۰۰۹۸۸	۲,۶۳۱۵۷۹	۰,۰۰۶۶۵۳
معادله واریانس				
	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
C <sub>11</sub>	۰,۰۰۸۱۱۶	۰,۰۰۰۱۵۲	۵۳,۳۹۴۷۳۶	۰,۰۰۰
C <sub>22</sub>	۰,۰۰۲۹۹۹	۰,۰۰۳۳۹۹	۰,۸۸۲۳۱۸	۰,۳۷۷
α <sub>11</sub>	۰,۳۲۶۰۵۵۶	۰,۰۰۶۰۵۶	۵۳,۹۲۲۷۲۱	۰,۰۰۰
α <sub>12</sub>	۰,۰۰۱۴۹۵	۰,۰۰۰۸۵۱	۱,۷۵۶۷۵۶۷	۰,۰۷۸
α <sub>21</sub>	۰,۲۳۲۵۴	۰,۰۵۶۵۴۷	۴,۱۱۲۳۳۱۳	۰,۰۰۰
α <sub>22</sub>	۰,۱۰۹۸۵۱	۰,۰۰۱۷۸۲	۶۱,۶۴۴۷۸۱	۰,۰۰۰
β <sub>11</sub>	۰,۹۲۷۴۷۳	۰,۰۰۱۳۸۲	۶۷۱,۱۰۹۲۶۱	۰,۰۰۰
β <sub>12</sub>	-۰,۰۰۰۰۹۸	۰,۰۰۰۱۰۲	-۰,۹۶۰۷۸۴	۰,۳۳۷
β <sub>21</sub>	۰,۰۸۷۹۲	۰,۰۱۴۳۶۲	۶,۱۲۱۷۱۰۰۷	۰,۰۰۰
β <sub>22</sub>	۰,۹۹۳۳۲۳	۰,۰۰۰۱۸۴	۵۳۹۸,۴۹۴۵۶	۰,۰۰۰

منبع: محاسبات پژوهش

## سرایت‌پذیری و پویایی ریسک سیستمی تلاطم .../باغبان، غلامی‌جمکرانی، فلاح و کردلویی

تأثیر عوامل مؤثر بر نوسانات (تلاطم‌های) نرخ ارز حقیقی و نرخ ارز مجازی به ترتیب با استفاده از تخمین معادلات (۱۱) و (۱۲) به دست می‌آید. با توجه به نتایج تخمین معادلات، تأثیر مقادیر با وقفه شوک نرخ ارز حقیقی  $\alpha_{11}$  بر نوسانات این متغیر مثبت و معنی‌دار می‌باشد. به عبارت دیگر شوک ناشی از تغییرات نرخ ارز حقیقی در دوره‌های گذشته بر نوسانات آن در دوره جاری تأثیر مثبت و معنی‌دار دارد (اثر آرج). همچنین اثر آرج در نرخ ارز مجازی  $\alpha_{22}$  نیز معنادار و مثبت برآورد شده است. به عبارت دیگر نوسانات نرخ ارز مجازی در دوره‌های گذشته بر نوسانات این متغیر در دوره جاری تأثیر مثبت و معنی‌داری دارد (وجود اثر آرج). تأثیر مقادیر با وقفه شوک ناشی از تغییرات نرخ ارز حقیقی بر نرخ ارز مجازی  $\alpha_{12}$  طی دوره مورد بررسی مثبت و به لحاظ آماری نیز معنی‌دار می‌باشد، ولی با توجه به مقدار عددی این ضریب (۰,۰۰۱۴۹۵) می‌توان گفت تأثیر شوک‌های ناشی از نرخ ارز حقیقی بر نرخ ارز مجازی ناچیز است. بنابراین می‌توان گفت طی دوره مورد بررسی وجود سرایت‌پذیری از نوسانات نرخ ارز حقیقی به نرخ ارز مجازی مورد تأیید قرار نمی‌گیرد. تأثیر سرریز نوسانات نرخ ارز مجازی بر نرخ ارز حقیقی  $\alpha_{21}$  طی دوره مورد بررسی مثبت و معنادار برآورد شده است. در ادامه ضرایب  $\beta_{11}$  و  $\beta_{22}$  که اثرات گراچ خودی را نشان می‌دهد و نشان دهنده ماندگاری سرایت تلاطم خودی می‌باشد معنادار و مثبت برآورد شده‌اند. به عبارتی دیگر پایداری سرایت تلاطم دوره‌های گذشته متغیرهای بازدهی نرخ ارز حقیقی و مجازی به تلاطم در دوره جاری خود این متغیرها را در بلندمدت نشان می‌دهد.  $\beta_{21}$  نیز که نشان دهنده ماندگاری سرایت تلاطم دوره‌های گذشته بازدهی نرخ ارز مجازی به بازدهی نرخ ارز حقیقی می‌باشد، مثبت و معنادار برآورد شده است و نشان دهنده ماندگاری سرایت تلاطم در بلندمدت از نرخ ارز مجازی به نرخ ارز حقیقی است با این حال این اثر به صورت معکوس مشاهده نمی‌شود. در نهایت می‌توان نتایج مدل VAR-BEEK-GARCH را به این صورت بیان نمود که سرایت‌پذیری تلاطم نرخ ارز مجازی و حقیقی به صورت تک سویه و از نرخ ارز مجازی به نرخ ارز حقیقی می‌باشد.

### نتیجه‌گیری و بحث

با توجه به موضوع این پژوهش که به بررسی سرایت‌پذیری تلاطم ارز واقعی و ارز مجازی پرداخته است، می‌توان نتایج حاصل از پژوهش را به این گونه مطرح نمود که بطور کلی نتایج داده‌های این پژوهش رابطه سرایت‌پذیری ارز واقعی و ارز مجازی را تایید می‌نمایند. یا به عبارت دیگر فرضیه اصلی پژوهش مبنی بر امکان سرایت‌پذیری بین تلاطم ارز واقعی و تلاطم ارز مجازی در بازارهای مالی جهانی مورد تایید قرار می‌گیرد.

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

در نهایت می‌توان نتایج مدل VAR-BEKK-GARCH را به این صورت بیان نمود که سرایت‌پذیری (اثر سر ریز) تلاطم نرخ ارز مجازی و حقیقی به صورت تک سویه و از نرخ ارز مجازی به نرخ ارز حقیقی می‌باشد و در خصوص فرضیه‌های ارائه شده می‌توان بیان داشت:

۱- تلاطم بازده ارز واقعی بر تلاطم بازده ارز مجازی تاثیر دارد.

بر اساس نتایج به دست آمده از مدل VAR-BEKK-GARCH تأثیر مقادیر با وقفه شوک ناشی از تغییرات نرخ ارز حقیقی بر نرخ ارز مجازی  $\alpha_{12}$  طی دوره مورد بررسی مثبت و به لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد، ولی با توجه به مقدار عددی این ضریب (۰,۰۰۱۴) می‌توان گفت تأثیر شوک‌های ناشی از نرخ ارز حقیقی بر تلاطم نرخ ارز مجازی ناچیز است.

۲- تلاطم بازده ارز مجازی بر تلاطم بازده ارز واقعی تاثیر دارد.

بر اساس نتایج بدست آمده از مدل BEKK، ضریب  $\alpha_{21}$  که حاکی از تاثیرگذاری تلاطم نرخ ارز مجازی بر نرخ ارز حقیقی است و در این مدل مثبت و معنادار برآورد شده است بنابراین فرضیه دوم پژوهش بر اساس نتایج این مدل نیز مورد تایید قرار می‌گیرد.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر به کلیه نهادهای مرتبط از جمله بانک مرکزی پیشنهاد می‌شود به منظور اعمال کنترل‌ها و سیاست‌گذاری‌های ارزی، پول مجازی را به عنوان واقعیتی تاثیرگذار بپذیرند و تاثیرات سر ریز تلاطم آن‌ها را بر نرخ‌های ارز واقعی در تحلیل‌های خود مورد توجه قرار دهند.

با توجه به رشد چشمگیر ارزهای مجازی در سطح جهانی پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی، از سایر مدل‌های آماری به منظور بررسی تاثیرات مستقیم و غیر مستقیم آن بر شاخص‌های اقتصادی در سطح کشورهای منتخب و پیشرو در این زمینه استفاده گردد.



## سرایت پذیری و پویایی ریسک سیستمی تلاطم .../باغبان، غلامی جمکرانی، فلاح و کردلویی

### منابع

- ۱) پور یعقوبی، هادی و اشرفی، یکتا (۱۳۹۹). سرایت پذیری تلاطم بازده میان صنایع مختلف بازار سرمایه ایران. فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری. سال نهم. شماره ۳۴
- ۲) ثنایی اعلم، محسن، زمانی، شیوا، سوری، داوود، (۱۳۹۳). بررسی وجود سرایت بین سهام شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از یک مدل دینامیک چندمتغیره، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۹۳.
- ۳) چاوشی، سید کاظم و شیرمحمدی، فاطمه (۱۳۹۴). شناسایی، سنجش و مدیریت ریسک سیستمی نظام مالی کشور به عنوان لازمه اقتصاد مقاومتی، کنفرانس جامع و بین المللی اقتصاد مقاومتی، بابلسر
- ۴) محمدی شاد، حمید، معدنچی زاج، مهدی و کیقبادی، امیررضا (۱۴۰۰). سرایت پذیری و پویایی ریسک بین بازارهای مالی، بازارهای کالایی و ارزهای دیجیتال با رویکرد مدل MGARCH. فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار. شماره چهل و هفت
- ۵) نوروزی فر، طاهره، فتاحی، شهرام و سهیلی، کیومرث (۱۳۹۸). اثر تحریم بر میزان وابستگی بازار نفت و بازار مالی (رویکرد وابستگی اکستریمال). فصلنامه مدلسازی اقتصادی بهار ۹۸. شماره ۴۵.
- ۶) نیکومرام هاشم، پور زمانی زهرا و عبدالمجید دهقان (۱۳۹۳). سرایت پذیری تلاطم در بازار سرمایه ایران، فصلنامه دانش سرمایه گذاری، ۳(۱۱): ۱۷۹-۱۹۹.
- ۷) ورشوساز، بهناز، حسینی، سید شمس الدین، غفاری، فرهاد و معمارنژاد، عباس (۱۳۹۹). اثر گسترش پول های مجازی (بیت کوین) بر تقاضای پول رسمی ایران در قالب مدل CIA. نشریه علمی (فصلنامه) پژوهش ها و سیاست های اقتصادی. زمستان ۱۳۹۹. شماره ۹۶.
- 8) Alijani, M., Banimahd, B., Madanchi, M. (2019). Study and Research on the Six-Year Process of Bitcoin Price and Return. *Advances in Mthematical Finance and Applications*, 4(1), 45-54.
- 9) Acharya. V, Pedersen.L.H, Philippon.T, and Richardson.M. (2017). Measuring systemic risk. *The Review of Financial Studies*. 30(1), 2-47.
- 10) Adrian. T, and Brunnermeier. M. K. (2016). "CoVaR". *The American Economic Review*, 106(7), 1705-1741.
- 11) Antonakakis, N, Chatziantoniou, I, Gabauer, D (2019). Cryptocurrency Market Contagion: Market Uncertainty, Market Complexity, and Dynamic Portfolios, *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*
- 12) Borri, N., (2018). Local currency systemic risk, *Emerging Markets Review*, 34, 111-123.

- 13) Kubitzka, C., & Grundl, H. (2016). Systemic Risk, Systematic Risk, and the Identification of Systemically Important Financial Institutions. ICIR Working Paper.
- 14) Kumar, V. (2018). Systemic Risk Vs Systematic risk. Accounting Education, eBook, Retrieved from <http://www.svtuition.org/2012/07/systemic-risk-vs-systematic-risk.html>.
- 15) Nguyen, J. (2018). Systemic vs. Systematic Risk: What's the Difference? Online Article, Retrieved from <https://www.investopedia.com/ask/answers/09/systemic-systematicrisk.asp>.
- 16) Spierdijk, L., Bikker, J. A. & P. van den Hoek (2012), Mean reversion in international stock markets: an empirical analysis of the 20th century, Journal of International Money and Finance, 31(2): 228-249.
- 17) Van de Klashorst (2018), Volatility spillovers and other market dynamics between cryptocurrencies and the equity markets, Workong paper.

یادداشت‌ها :

- 
- 1 Spierdijk, L., Bikker, J. A. & P. van den Hoek
  - 2 Adrian & Brunnermeier
  - 3 Acharya and et al
  - 4 Kumar
  - 5 Nguyen
  - 6 Kubitzka & Grundl
  - 7 Antonakakis, Chatziantoniou, Gabauer
  - 8 Alijani, Banimahd & Madanchi
  - 9 Nicola Borri
  - 10 Van de Klashorst
  - 11 Lo & Mackinlay (1988)
  - 12 Akaike information criterion (AIC)
  - 13 Schwarz-Bayesian criterion (SBC)
  - 14 Hannan-Quinn information criterion (HQ)